

# Étude d'un jaunissement léthal des cocotiers au Cameroun : la maladie de Kribi. Observations d'organismes de type mycoplasmes

M. DOLLET (1), J. GIANOTTI (2), J. L. RENARD (3) et S. K. GHOSH (2)

**Résumé.** — Un Jaunissement léthal sévit sur les cocotiers dans le sud du Cameroun : la maladie de Kribi. Elle est apparue en 1937 sur les cocotiers Grand Typica et a été observée, pour la première fois en 1975, sur les cocotiers Nain Rouge du Cameroun. Une description détaillée des symptômes sur les différents organes du cocotier permet un rapprochement avec la maladie de Kaincopé. Des organismes ressemblant à des mycoplasmes ont pu être observés au microscope électronique dans les cellules des faisceaux libériens d'inflorescences. Une comparaison est faite avec les autres jaunisses du cocotier en Afrique.

**Mots clés :** Cameroun, Cocotier, Jaunissement léthal, Maladie de Kribi, Organismes de type mycoplasmes.

## INTRODUCTION

Dans le cadre de l'étude des maladies à jaunissement qui affectent les cocotiers en Afrique de l'Ouest, nous avons récemment révélé pour l'une d'elles, la maladie de Kaincopé, la présence d'organismes de type mycoplasmes dans les cellules criblées de cocotiers malades [Dollet et Giannotti, 1976]. Cette observation a été également réalisée par une autre équipe [Dabek *et al.*, 1976].

À la suite d'une mission effectuée en 1975 au Cameroun [Renard et Dollet], une étude similaire a été entreprise sur la maladie de Kribi. Les études phytopathologiques et entomologiques entreprises dès 1948 [Heim et Chevaugnon] n'ont pas apporté jusqu'à ce jour de solution précise au problème étiologique [Lavabre, 1954; Grimaldi et Monveiller, 1965; Grimaldi, 1966].

Afin de mieux cerner l'aspect épidémiologique de ces maladies du cocotier, l'histoire et la symptomatologie de la maladie de Kribi sont abordées dans cet article, ainsi que les résultats des recherches en microscopie électronique sur les deux types de cocotiers existant dans la région : le Grand Typica et le Nain Rouge Cameroun.

## HISTORIQUE

Les grands cocotiers de la variété Typica qui occupent la mince frange côtière du sud du Cameroun ont été introduits vers 1890, depuis l'île de Sao Tomé par des pasteurs presbytériens. La maladie est apparue pour la première fois à Ebodié en 1937, n'épargnant que très peu d'arbres (Fig. 1). Puis elle évolua par bonds successifs de part et d'autre de ce foyer initial, vers le sud, et surtout vers le nord, laissant indemnes des flots de cocotiers de plusieurs kilomètres de long. Dans un foyer, l'évolution est extrêmement rapide et la maladie peut anéantir 90 p. 100 des arbres d'une cocoterie (de 100 à 200 cocotiers) en 2 à 3 ans. Malgré cela, la progression dans le temps est relativement lente puisque en une quarantaine d'années le foyer le plus septentrional apparu à Londji en 1975 n'est qu'à 80 km environ du foyer initial d'Ebodié (1937).

D'après les planteurs, la Guinée équatoriale serait le foyer d'origine, mais ce n'est qu'en 1965 que Grimaldi et Monveiller [5], après survol aérien, ont pu y constater effectivement un foyer de maladie semblable à la maladie de Kribi, à 30 km de la frontière camerounaise.

Étant donné les pertes causées par la maladie, les premières replantations ont été effectuées entre 1945 et 1954. Le cocotier Typica a été replanté ainsi que quelques Nain Rouge, dont l'origine serait soit l'île de Sao Tomé, soit la Guinée équatoriale. Les Nain Rouge sont presque exclusivement plantés près des habitations, cette dernière variété n'a donc connu qu'un développement limité. Le Nain rouge du Cameroun a

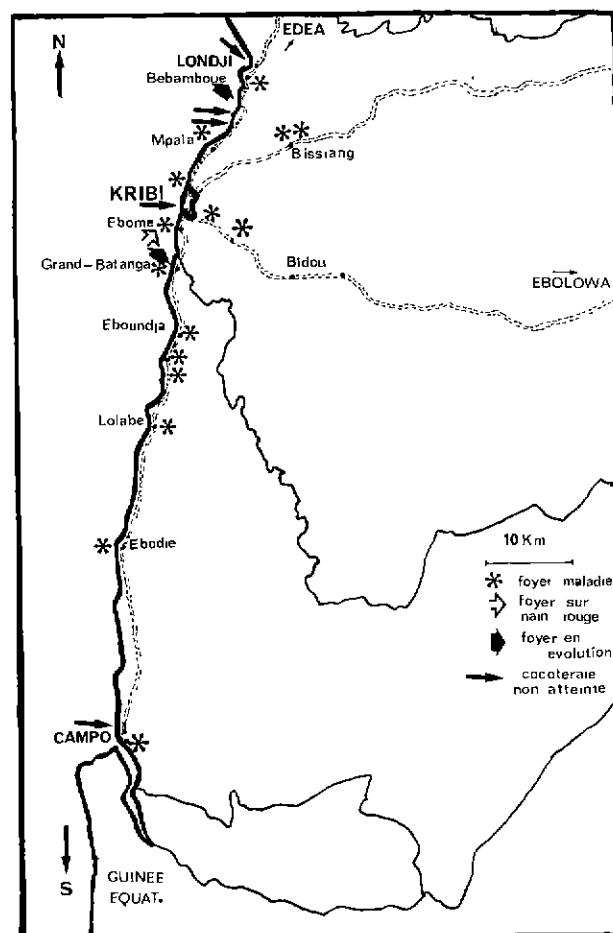


FIG. 1. — Implantation de la maladie de Kribi dans le sud du Cameroun (Implantation of Kribi disease in South Cameroon).

(1) I. R. H. O. et (2) I. N. R. A. — Station de recherches de Cytopathologie, 30380-St-Christol-Jes-Alès (France).

(3) Département Phytopathologie de l'I. R. H. O., Plantation expérimentale Robert-Michaux, Dabou (Côte d'Ivoire).

un feuillage dressé et se distingue très bien du Nain Rouge de Malaisie qui a un feuillage très décombant.

En 1971, de Nucé de Lamothe n'a pas observé de cocotiers Nain Rouge malades et on pouvait supposer que les Nain Rouge avaient un haut niveau de tolérance. Cependant nous avons noté en 1975 que plusieurs cocotiers de cette variété étaient morts et que d'autres présentaient des symptômes typiques de la maladie. Cette apparition tardive de la maladie sur les Nain Rouge reste inexpliquée, mais on peut penser qu'elle résulte de leur implantation exclusive près des habitations.

Actuellement les principaux foyers en évolution sont situés entre Kribi et Londji, zone nouvellement attaquée (Fig. 1).

### SYMPTOMATOLOGIE

Les symptômes observés sur les cocotiers atteints par la maladie de Kribi, présentent de très nombreuses analogies avec ceux observés pour la maladie de Kaincopé. Dans les deux cas, on note d'abord une chute des noix immatures, le jaunissement et le dessèchement des feuilles (Fig. 2) puis la cassure des feuilles à la base du pétiole. Le bouquet foliaire terminal, sec, tombe et les foyers de maladie se transforment en quelques mois en champs de stipes sans feuilles (Fig. 3).

Dès les premiers signes de jaunissement, les inflorescences prêtes à s'ouvrir — mais encore enfermées dans leur spathe — renferment des fleurs mâles plus ou moins jaunâtres, parfois marron violacé à l'extrémité des rachillas. Ces fleurs mâles se détachent très facilement. Un brunissement, suivi d'une nécrose, apparaît sur les rachillas depuis leur extrémité vers leur base (Fig. 4); mais le brunissement s'observe parfois en plusieurs endroits de l'inflorescence en même temps (Fig. 5). On note une évolution progressive de ces symptômes sur des inflorescences de plus en plus jeunes, et un léger noircissement peut parfois affecter les ovules des fleurs femelles. L'examen des petites noix mûres, révèle également un noircissement de l'endocarpe.

La croissance de l'arbre est ralentie dès la première manifestation des symptômes; mais le système racinaire, jusqu'à un stade avancé de la maladie, reste sain. Il ne commence à présenter des nécroses et un début de pourriture que lorsqu'il ne reste plus que quelques feuilles.

Si la maladie attaque généralement des arbres âgés (20 ans et plus) nous avons pu noter cependant des cocotiers Nain Rouge de 10 ans environ, et des Typica de 6 à 8 ans, avec des débuts de symptômes.

### ÉTUDE ULTRASTRUCTURALE

#### 1. — Matériel et méthodes.

Les échantillons ont été prélevés à Ebomé (Nain Rouge), à Grand-Batanga (Typica) sur des cocotiers présentant les feuilles basses en début de jaunissement et ne portant plus que quelques noix ainsi qu'à Mpala, dans des zones non atteintes par la maladie, pour les témoins (Fig. 1).

Les jeunes inflorescences prélevées, encore enfermées



FIG. 2. — Cocotier en début de symptômes. Chute des noix et jaunissement des feuilles-Typica (Coconut palm with early symptoms. Nut fall and yellowing of the leaves-Typica).

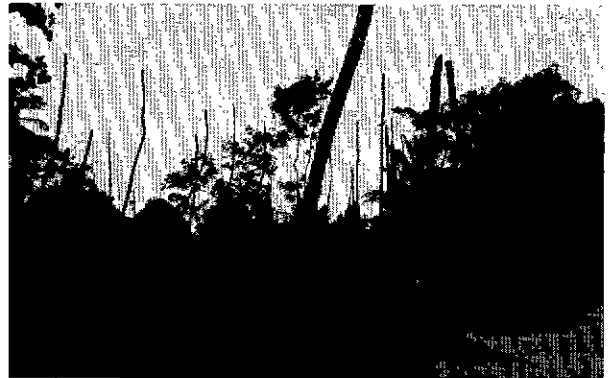


FIG. 3. — Résultat de l'action de la maladie de Kribi près de Grand-Batanga. (Results of Kribi disease near Grand-Batanga).



FIG. 4. — Symptômes typiques de nécrose des rachillas et des étamines sur des inflorescences encore enfermées dans leur spathe-Typica en début de symptômes (Typical symptoms of necrosis of the rachillae and stamens on inflorescences still enclosed in their spathes-Typica with early symptoms).

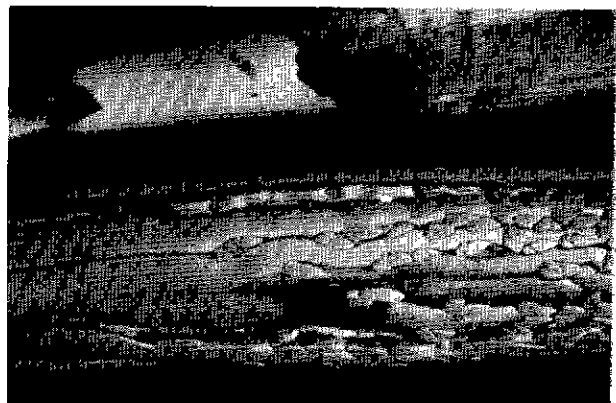


FIG. 5. — Taches marron observables parfois en plusieurs endroits d'une inflorescence encore enfermée dans sa spathe-Typica en début de symptômes (Brown patches, sometimes to be seen in several parts of an inflorescence still ensheathed-Typica with early symptoms).

dans leur spathe, sont situées immédiatement au-dessus de celles qui sont sur le point de s'ouvrir. La fixation et l'inclusion des échantillons ont eu lieu selon une méthode déjà décrite [Dollet et Giannotti, 1976].

## 2. — Résultats.

L'examen des coupes ultrafines d'inflorescences des cocotiers Typica et Nain Rouge malades révèle, au niveau de quelques faisceaux libériens, des cellules criblées contenant un nombre assez élevé d'éléments ayant une structure caractéristique de microorganismes de type mycoplasmes (Mycoplasma like-organisms) (Fig. 6).



FIG. 6 ( $\times 5\,800$ ). — Coupe transversale d'une cellule criblée dans une inflorescence de cocotier Typica avec les premiers symptômes de la maladie. Présence d'organismes de type mycoplasmes le long de la paroi cellulaire. cc = cellule compagne.  
(Transversal section of a sieve element in the inflorescence of a Typica palm with the early symptoms of the disease. Mycoplasma-like organisms are present all along the cell wall. cc = companion cell).



On peut noter une très grande diversité dans leurs formes. Il existe des formes compactes, avec contenu cytoplasmique très dense et opaque aux électrons ; ces éléments sont en général petits (50 à 150 nm de diamètre) et très allongés (0,8 à 1,4  $\mu$  de longueur — Fig. 7, 8, 10). On observe par contre, des éléments beaucoup plus grands, de forme variable avec un cytoplasme plus clair. Des formes que l'on peut interpréter comme des figures de multiplication sont visibles, en forme de « feuilles de trèfle », avec étranglements ou avec des sortes de bourgeonnements (Fig. 7, 8, 9).



FIG. 8

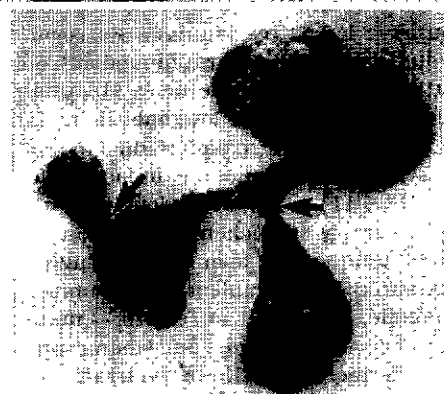


FIG. 9.

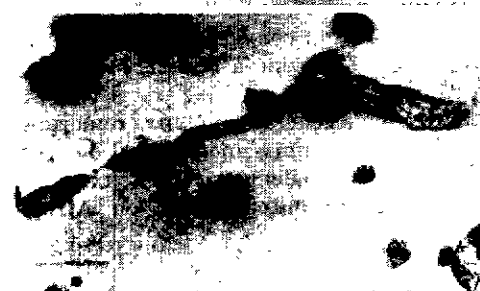


FIG. 10.

FIG. 7-10. — Formes variées des organismes de type mycoplasmes observés en coupe longitudinale dans des cellules criblées d'inflorescences de cocotier Nain Rouge malade.

Formes allongées et de faible diamètre avec contenu cytoplasmique dense et opaque aux électrons (AI) et formes amiboïdes à contenu cytoplasmique clair (Am). (Fig. 7 :  $\times 45\,000$  et Fig. 8 :  $\times 57\,500$ ).

Formes probables de multiplication en « feuille de trèfle » (Fig. 9 :  $\times 39\,200$ ) et avec bourgeonnements et étranglements [flèches] (Fig. 10 :  $\times 45\,000$ ).

(Different forms of mycoplasma-like organisms observed in a longitudinal section in the sieve elements of inflorescences of a diseased Red Dwarf coconut palm.

Elongated forms of small diameter with dense cytoplasmic content opaque to electrons (AI) and amoeba-like forms with transparent cytoplasmic content (Am). (Fig. 7 :  $\times 45\,000$  and Fig. 8 :  $\times 57\,500$ ).

Probable multiplication forms in trefoil shape (Fig. 9 :  $\times 39\,200$ ) and with budding and « necks » [arrows] (Fig. 10 :  $\times 45\,000$ ).



Le nombre des germes par cellule est souvent assez élevé, allant de 5 à 300 environ pour une cellule criblée en coupe longitudinale, nombre beaucoup plus élevé que celui que nous avons trouvé pour la maladie de Kaincopé (2 à 12 fois plus).

Enfin, il semble que les cellules infectées par les mycoplasmes ne possèdent pas, ou très peu, de plastides. Dans ce dernier cas ils sont alors plus ou moins dégénérés par rapport à ceux des cellules sans germes.

## CONCLUSION — DISCUSSION

Par la nature et l'évolution de ses symptômes, par son épidémiologie, ses hôtes, et les germes de type mycoplasmes trouvés dans les cellules criblées d'inflorescences, la maladie des cocotiers de Kribi au Cameroun s'apparente à la maladie de Kaincopé qui sévit au Togo et au Ghana (Cap St-Paul Wilt). Il est cependant intéressant de noter que plus de 1 500 km séparent ces deux zones de maladie appartenant à des régions climatiques et des milieux écologiques nettement différents.

La description par Bull [1] d'une maladie symptomatologiquement très proche, sinon identique à celle décrite dans cet article, à propos de cocotiers du Nigeria (Bronze Leaf Wilt, ou Awka Disease) présente de ce fait un certain intérêt. Bien qu'à notre connaissance, aucun travail récent ne concerne l'évolution de cette maladie, il est vraisemblable qu'elle doit toujours sévir et il serait intéressant d'entreprendre son étude en comparaison avec les autres jaunisses du cocotier.

D'après ces données, il est géographiquement étonnant de constater que la cocoteraie de la République populaire du Bénin, encadrée par les zones de maladie de Kaincopé à l'ouest et des maladies du Nigeria et du Cameroun à l'est, soit demeurée indemne de ce type d'affection (Fig. 11). On peut se demander si des conditions particulières y empêchent l'évolution d'une maladie d'origine unique, ou bien s'il ne s'agit pas d'une zone demeurée inexplicablement indemne par cette même maladie, comme il en existe — mais de moindre importance — au Togo, au Ghana ou au Cameroun. Une dernière hypothèse pourrait laisser penser que le Bénin serait actuellement une zone limite de deux maladies qui convergeraient l'une vers l'autre, la maladie de Kaincopé à l'ouest, la maladie de Kribi à l'est.

D'un point de vue plus général, on pourra remarquer que les maladies de type jaunissement léthal de cocotiers se localisent principalement en deux zones géographiquement assez limitées, l'une en Afrique

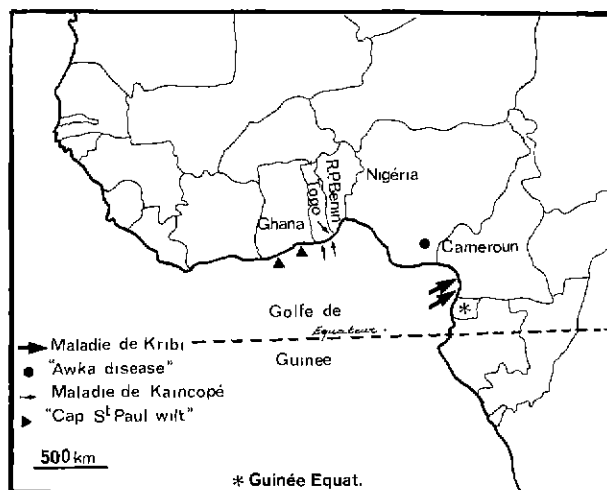


FIG. 11. — Localisation des maladies à jaunissement léthal des cocotiers en Afrique de l'ouest  
(Localization of coconut lethal yellowings in West Africa).

sur le golfe de Guinée, l'autre en Amérique dans la mer des Caraïbes et en Floride. Bien qu'à ces deux groupes géographiques de jaunissement soit associée la présence d'organismes de type mycoplasmes, détectés en microscopie électronique, il n'est pas sûr que l'on soit en présence d'un agent pathogène unique.

En effet les cocotiers Nain Rouge de Malaisie sont résistants à la maladie du Lethal Yellowing (à 96 p. 100) alors qu'ils sont sensibles à la maladie du Ghana.

On a vu par ailleurs que nous sommes en présence d'un deuxième type de Nain Rouge, le Nain Rouge du Cameroun, à port dressé et fruits allongés, qui est sensible à la maladie de Kribi et à la maladie de Kaincopé (Togo). On ne connaît pas le comportement du Nain Rouge du Cameroun vis-à-vis du Lethal Yellowing d'Amérique. Un champ de comportement de 11 types de cocotiers différents a été mis en place très récemment près de Kribi. Il devrait apporter les précisions complémentaires sur la gamme d'hôtes de l'agent pathogène responsable de ces maladies.

L'impossibilité actuelle de vérifier la pathogénicité des mycoplasmes observés en microscopie électronique dans les cocotiers Typica et Nain Rouge, ne permet pas de désigner avec certitude ces germes comme les agents responsables de la maladie ; mais des essais de traitement de cocotiers malades avec des antibiotiques du groupe des Tétracyclines pourrait cependant nous faire avancer dans cette recherche comme l'ont montré les travaux de cette nature réalisés à la Jamaïque [Hunt *et al.*, 1974], en Floride [Mac Coy, 1972 ; Mac Coy *et al.*, 1976] et au Togo [Steiner, 1976].

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BULL R. A. (1955). — Bronze leaf wilt of coconut palms in Nigeria. *J. W. A. I. F. O. R.*, N° 3, p. 70-72.
- [2] DABEK A. J., JOHNSON C. G., HARRIES H. C. (1976). — Mycoplasma-like organisms associated with Kaincopé and Cape St-Paul wilt diseases of coconut palms in West Africa. *PANS*, 22, p. 354-358.
- [3] DOLLET M., GIANNOTTI J. (1976). — Maladie de Kaincopé : Présence de mycoplasmes dans le phloème des cocotiers malades. *Oléagineux*, 31, p. 169-171.
- [4] GRIMALDI J. (1966). — La maladie des cocotiers de Kribi. *Cameroun agric. past. for.*, N° 101, p. 38-46.
- [5] GRIMALDI J., MONVEILLER G. (1965). — La Maladie des cocotiers de Kribi. *Cameroun agric. past. for.*, N° 90, p. 18-27.
- [6] HEIM R., CHEVAUGEON J. (1948). — La pourriture fétide du cœur du cocotier au Cameroun. *Rev. Pathol. vég. Entomol. agric. France*, 27, p. 195-216.
- [7] HIRUMI H., MARAMOROSCH K. (1973). — Ultrastructure of the aster yellows agent. Mycoplasma-like bodies in sieve elements of *Nicotiana rustica*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 225, p. 201-222.
- [8] HUNT P., DABEK A. J., SCHUILING M. (1974). — Remission of symptoms following tetracycline treatment of Lethal Yellowing-infected coconut palms. *Phytopathology*, 64, p. 307-312.
- [9] LAVABRE E. M. (1954). — La maladie des cocotiers de la région de Kribi. Congrès de la protection des végétaux et

- de leurs produits sous les climats chauds. *Institut Français d'Outre-Mer, Marseille*.
- [10] MAC COY R. E. (1972). — Remission of Lethal Yellowing in coconut palm treated with tetracycline antibiotics. *Plant. Dis. Rep.*, 56, p. 1019-1021.
- [11] MAC COY R. E., CARROLL V. J., POUCHER C. P., GWIN G. H. (1976). — Field control of coconut Lethal Yellowing with oxytetracycline hydrochloride. *Phytopathology*, 66, p. 1148-1150.

- [12] de NUCE de LAMOTHE M. (1971). — Rapport sur la maladie des cocotiers de Kribi. *Doc. I. R. H. O.* (non publié).
- [13] RENARD J. L., DOLLET M. (1975). — Perspectives nouvelles d'étude de la maladie de Kribi. *Doc. I. R. H. O.*, 17 p. (non publié).
- [14] STEINER K. G. (1975). — Studies on the Kaincope disease of coconut palms in Togo. *FAO, Fourth Session of the technical Working Party on Coconut Production, Protection and Processing, Kingston, Jamaïque*, 14-25 septembre.

## SUMMARY

**Study of a Lethal Yellowing of Coconuts in Cameroon : Kribi Disease. Observation of Mycoplasma-like organisms.**

M. DOLLET, J. GIANOTTI, J. L. RENARD and S. K. GHOSH. *Oléagineux*, 1977, 32, N° 7, p. 317-322.

A lethal yellowing is rife amongst coconuts in the South Cameroon : Kribi disease. It appeared in 1937 on Typica Tall coconuts, and was observed for the first time in 1975 on Cameroon Red Dwarf. A detailed description of the symptoms on the different organs of the coconut enables it to be likened to Kaincope disease. Mycoplasma-like organisms have been observed by electron microscope in the phloem cells of inflorescences. A comparison is made with other coconut yellows in Africa.

## RESUMEN

**Estudio de un amarillamiento letal de los cocoteros en Camerún : la enfermedad de Kribi. Observación de organismos de tipo micoplasma.**

M. DOLLET, J. GIANOTTI, J. L. RENARD, y S. K. GHOSH. *Oléagineux*, 1977, 32, N° 7, p. 317-322.

Los cocoteros del Sur de Camerún padecen un amarillamiento letal : la enfermedad de Kribi. Apareció en 1937 en los cocoteros Grand Typica, y se observó por primera vez en 1975, en los cocoteros Enano Rojo Camerún. Una descripción detallada de síntomas en los diversos órganos del cocotero permite una comparación con la enfermedad de Kaincopé. En las células de hacillos del líber de inflorescencias las observaciones con microscopio electrónico mostraron organismos parecidos a micoplasmas. Se efectúa una comparación con otros amarillamientos del cocotero en el África.

## Study of a Lethal Yellowing of Coconuts in Cameroon : Kribi Disease. Observation of Mycoplasma-like Organisms

M. DOLLET (1), J. GIANOTTI (2), J. L. RENARD (3) and S. K. GHOSH (2)

## INTRODUCTION

Within the compass of the study of yellowing diseases afflicting coconuts in West Africa, we have recently revealed for one of them — Kaincope disease — the presence of mycoplasma-like organisms in the sieve elements of diseased coconuts [Dollet and Gianotti, 1976]. This observation was also made by another team [Dabek *et al.*, 1976].

As a result of a mission carried out in 1975 in Cameroon [Renard and Dollet], a similar study was undertaken on Kribi disease. The phytopathological and entomological studies started in 1948 [Heim and Chevaugon] did not bring a precise solution to the etiological problem [Lavabre, 1964 ; Grimaldi and Monveiller, 1965 ; Grimaldi, 1966].

For a better grasp of the epidemiologic aspect of these coconut diseases, the history and symptoms of Kribi disease are dealt with in this article, as well as the results of electron microscope research on the two coconut types growing in the region : Typica Tall and Cameroon Red Dwarf.

## HISTORY

The Tall coconuts of the Typica variety which occupy the narrow coastal strip in the South Cameroon were introduced about 1890 from Sao Tome Island by Presbyterian missionaries. The disease appeared for the first time at Ebodie in 1937, sparing only very few trees (Fig. 1). Then it spread by successive leaps on either side of this initial focus, towards the South and even more to the North, leaving behind it islands of unscathed coconuts several kilometres long. The disease develops very rapidly within a focus and can wipe out 90 p. 100 of the trees in a coconut grove (100-200 palms) in 2 or 3 years. In spite of this, progress over a period of time is relatively slow, since after roughly 40 years the northernmost focus which appeared at Londji in 1975 is only about 80 km from the original one at Ebodie (1937).

According to the planters, Equatorial Guinea was the original focus, but it was only in 1965 that Grimaldi and Monveiller [5], after an over-flight, were able effectively to identify

the focus of a disease similar to Kribi 30 km from the Cameroon border.

Because of the losses caused by the disease, the first replantings were made between 1945 and 1954. Typica were replanted, as well as some Red Dwarf, said to originate on Sao Tome Island or in Equatorial Guinea. The Red Dwarf are almost all planted near dwellings, so that this variety has only known a limited extension. The Cameroon Red Dwarf has holds its foliage erect, and is perfectly easy to distinguish from the Malayan Red Dwarf, whose foliage is very decumbent.

In 1971, de Nuce de Lamothe did not observe any diseased Red Dwarf, and it could be thought that Red Dwarfs have a high level of tolerance. However, we noted in 1975 that several palms of this variety were dead and others had typical symptoms of the disease. This belated appearance of the disease on Red Dwarf still cannot be explained, but it can be thought that it is due to their being planted exclusively near dwellings.

At the moment the main developing foci are between Kribi and Londji, a newly-attacked zone (Fig. 1).

## SYMPTOMATOLOGY

The symptoms observed on coconuts attacked by Kribi disease are in many ways similar to those noted for Kaincope disease. In both cases, the first phenomena noted are the fall of the unripe nuts, yellowing and drying of the leaves (Fig. 2), then the leaves snap off at the base of the stalk. The dried-up terminal leaf bunch falls, and disease foci are transformed in a few months into fields of leafless trunks.

At the first signs of yellowing, the inflorescences about to open — but still ensheathed in their spathe — enclose male flowers which are more or less yellow, sometimes purple-brown at the tips of the rachillae. These male flowers come away very easily. Browning, then necrosis, appear on the rachillae from the tip to the base (Fig. 4). But the browning can sometimes be seen in several parts of the inflorescence at the same time (Fig. 5). The progressive development of these symptoms on younger and younger inflorescences is noted, and the ova of the female flowers are sometimes slightly blackened. An examination of small ripe nuts also shows blackening of the endocarp.

The palm's growth slows down as soon as the first symptoms appear, but up to an advanced stage of the disease the root system remains healthy. It only manifests necroses and the start of rotting when no more than a few leaves are left.

Whilst the disease usually attacks old trees (20 years and more), we did see Red Dwarf about 10 years old and Typica 6-8 years old with early symptoms.

(1) I. R. H. O. and (2) I. N. R. A. — Cytopathology Research Station, 30380-St-Christol-les-Alès (France).

(3) I. R. H. O. Phytopathology Department, R.-Michaux experimental Plantation, Dabou (Ivory coast).

## ULTRASTRUCTURAL STUDY

### 1. — Material and methods.

The samples were taken at Ebome (Red Dwarf) and Grand-Batanga (Typica), on coconuts on which the lower leaves had started yellowing and which had only a few nuts left; they were also taken at Mpala in areas unaffected by the disease, as a control (Fig. 1).

The young inflorescences, sampled when still enclosed in their spathes, are immediately above those which are on the point of opening. Fixation and inclusion of the samples was done according to a method already described [Dollet and Giannotti, 1976].

### 2. — Results.

The examination of ultrathin sections of inflorescences from diseased Typica and Red Dwarf palms showed that the level of some phloem elements there were sieve cells containing a fairly large number of bodies with a structure characteristic of that of mycoplasma-like organisms (Fig. 6).

There is a very great diversity in their forms. Some are compact, with a very dense cytoplasmic content opaque to electrons; they are usually small (50-150 nm in diameter) and very elongated (0.8-1.4  $\mu$  in length — Fig. 7, 8, 10). Others, on the other hand, are much larger, varying in form and with a more transparent cytoplasm. Elements which can be interpreted as multiplication forms are visible, a trefoil shape with « necks » or a sort of budding (Fig. 7, 8, 9).

The number of germs per cell is often quite high, from 5 to about 300 for the longitudinal section of a sieve element, a much higher number than we found for Kaincope disease (2 to 12 times as many).

Finally, it seems that the cells infected by mycoplasma possess no plastids, or very few. In the latter case they are more or less degenerated by comparison to those of cells without germs.

## CONCLUSION — DISCUSSION

By the nature and evolution of its symptoms, by its epidemiology, its hosts and the mycoplasma-like bodies found in the sieve cells of the inflorescences, Kribi disease of coconuts in Cameroon resembles the Kaincope disease which is rife in Togo and Ghana (Cape St. Paul Wilt). However, it is interesting to note that the two disease zones are more than 1 500 km apart

and belong to distinctly different climatic regions and environments.

The description by Bull [1] of a coconut disease in Nigeria (Bronze Leaf Wilt or Awka Disease), by its symptoms very close if not identical to that described in this article, is of interest for this reason. Although as far as we know there is no recent work on the evolution of this disease, it is probable that it is still rampant, and it would be interesting to undertake a study of it in relation to other coconut yellows.

In view of the above facts, it is surprising from a geographical point of view to find that the coconut groves in the Benin People's Republic, bordered by the Kaincope disease zones to the West and the Nigerian and Cameroon disease areas to the East, remains free of this type of infection (Fig. 11). It can be asked whether specific conditions there prevent the development of a disease of single origin, or whether it is a region which has remained inexplicably free of this same disease, such as those, although smaller, which exist in Togo, Ghana and Cameroon. A last hypothesis would suggest that Benin may now be a boundary zone between two diseases converging on each other, Kaincope from the West and Kribi from the East.

From a more general point of view, it may be remarked that the lethal yellowing type of coconut diseases are mainly located in two fairly limited geographical zones, one in Africa on the Gulf of Guinea and the other in America in the Caribbean and in Florida. Although both geographical yellowing groups are associated with the presence of mycoplasma-like organisms detected by electron microscope, it is not sure that a single pathogen is concerned. In effect, the Malayan Red Dwarf are resistant to Lethal Yellowing disease (up to 96 p. 100), whereas they are sensitive to the Ghana disease.

It has been seen elsewhere that we are in the presence of a second type of Red Dwarf, the Cameroon Red Dwarf, with an upright habit and elongated fruit, which is susceptible to both Kribi disease and Kaincope disease (Togo). We do not know how the Cameroon Red Dwarf performs in the face of the American Lethal Yellowing. A performance trial testing 11 different types of coconut was set up very recently at Kribi. It should provide further information about the range of hosts of the pathogen responsible for these diseases.

The fact that it is impossible at present to verify the pathogenic character of the mycoplasma observed by electron microscope in Typica and Red Dwarf coconuts means that these bodies cannot with certainty be rendered responsible for the disease. But trials of the treatment of diseased coconuts with antibiotics of the tetracycline group may lead to progress in this research, as has been shown by work of this type carried out in Jamaica [Hunt *et al.*, 1974], in Florida [MacCoy, 1972; MacCoy *et al.*, 1976], and in Togo [Steiner, 1976].

